

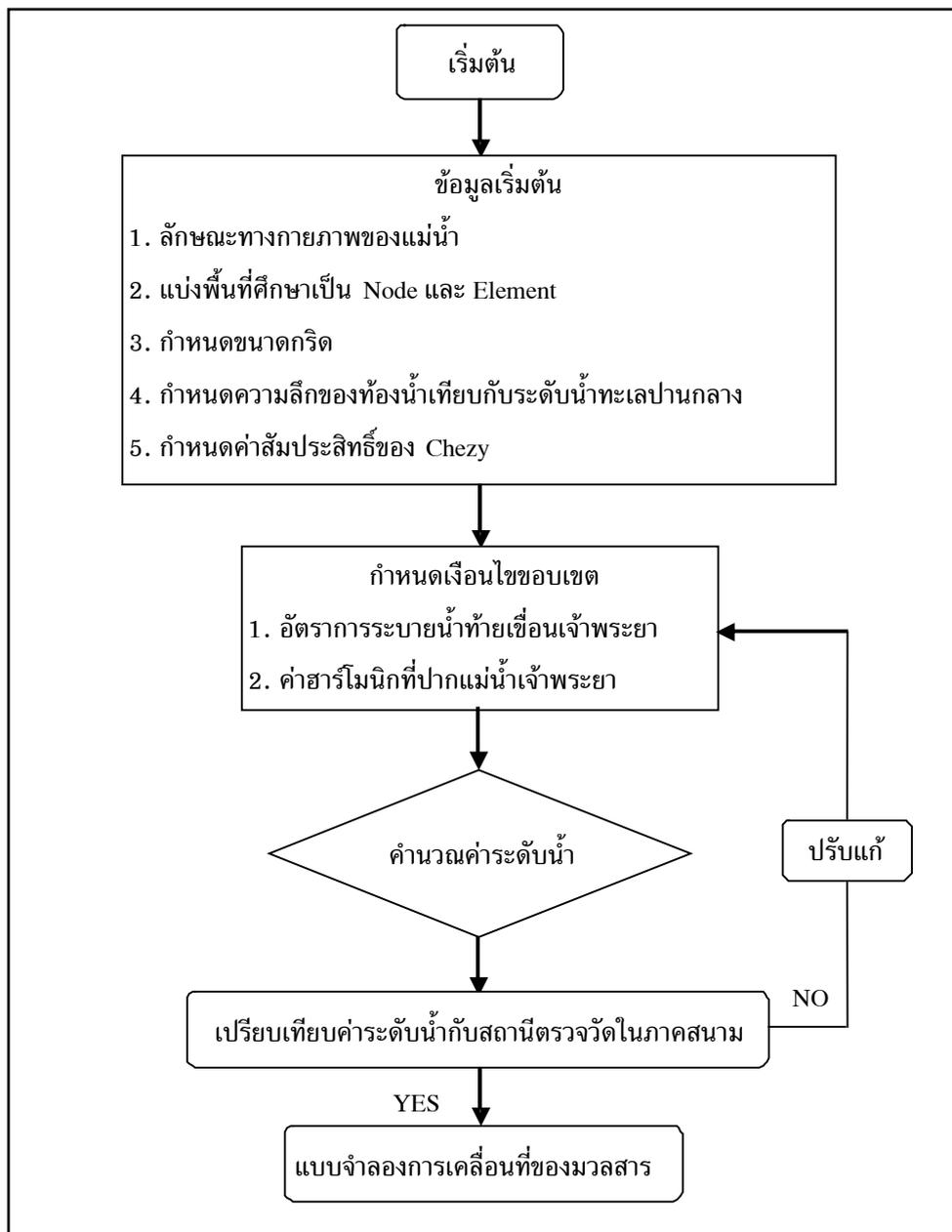
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

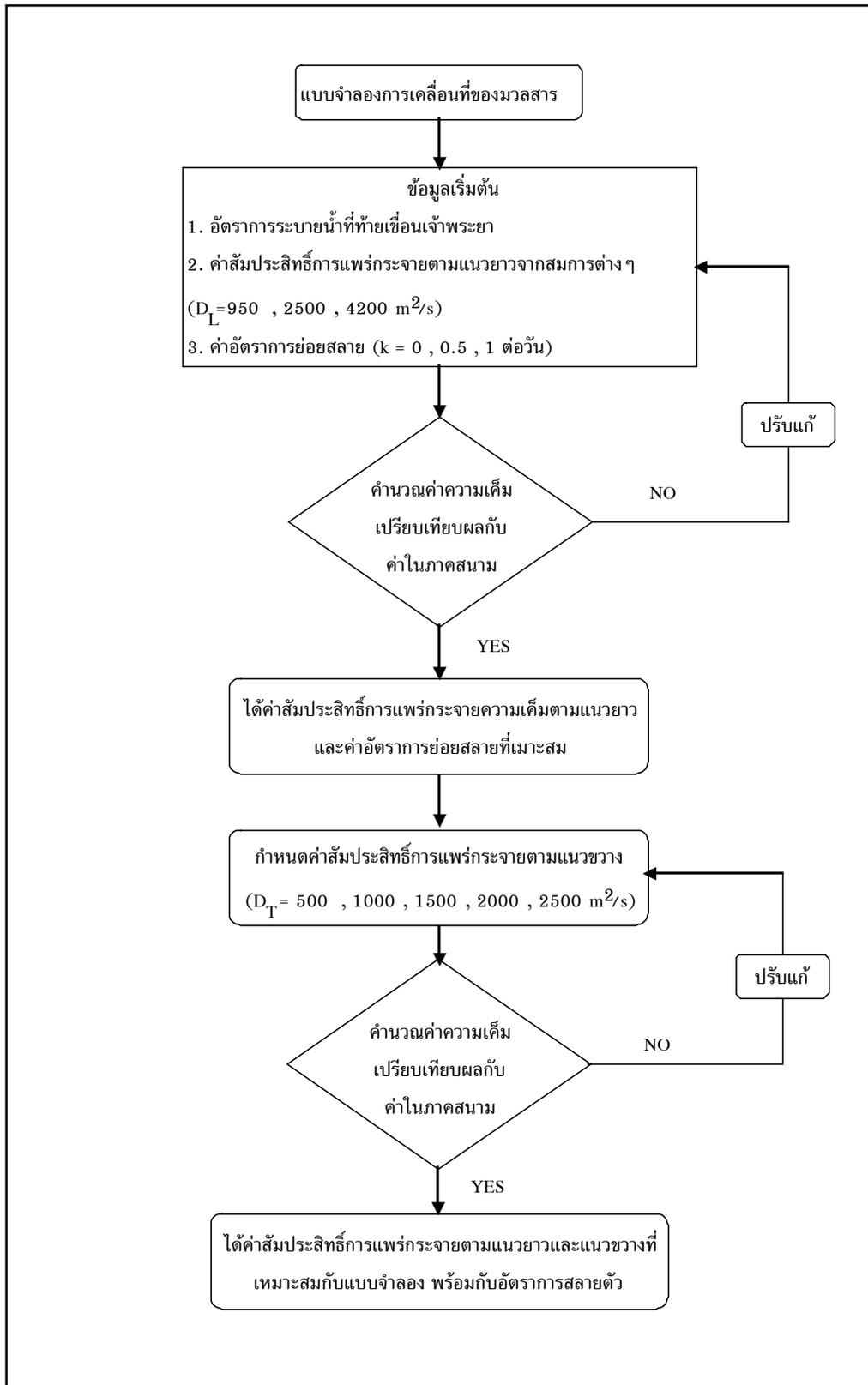
1. แบบจำลอง Aquasea พร้อมคู่มือ
2. แผนที่แสดงความลึกของแม่น้ำเจ้าพระยา ของกรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี มาตราส่วน 1:4,000 จำนวน 64 ระวัง
3. ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีวัดระดับน้ำรวม 3 สถานี คือ สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า (กม.0) ของกรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี สถานีสะพานพุทธ(กม.48) สถานีกรมชลประทานสามเสน (กม.59) ของกรมชลประทาน
4. ข้อมูลวัดกระแสน้ำ บริเวณอำเภอพระประแดง (กม. 18) จังหวัดสมุทรปราการ ของกรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี

วิธีการศึกษา

เนื่องจากการศึกษามีวิธีการศึกษาหลายขั้นตอน ดังนั้นเพื่อให้เห็นขั้นตอนในการศึกษาจึงได้นำเสนอขั้นตอนการศึกษาในรูปแบบภูมิ ดังในภาพที่ 15 และภาพที่ 16



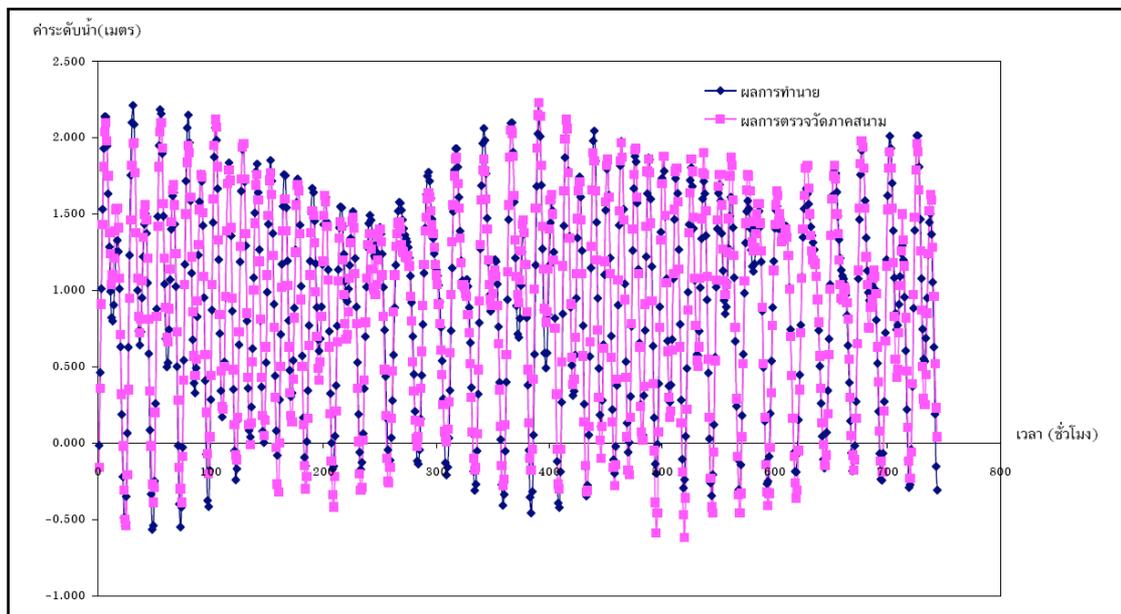
ภาพที่ 15 ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองการไหลของกระแสน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองการแพร่ความเค็มเข้าสู่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา

1. การวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำ

จากลักษณะของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ปากแม่น้ำเชื่อมต่อกับอ่าวไทย จึงได้รับอิทธิพลของ กระแสน้ำขึ้นลง ดังนั้นในการศึกษาระดับน้ำในครั้งนี้ ได้นำข้อมูลทีวิเคราะห์โดยวิธีฮาร์โมนิก ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการทำเรือแห่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่ สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า (กม.0) ในปี 2542 ได้ค่าองค์ประกอบฮาร์โมนิก ดังแสดงในภาพที่ 18 ได้แก่ ค่าแอมพลิจูด (Amplitude: $a = 0.712$ m.) มุมเฟส (Phase: 1.125) และค่าระดับ น้ำเฉลี่ย ($c = 0.663$ m.) ดังในภาพที่ 17 จากข้อมูลดังกล่าวนำมาเป็นค่าเริ่มต้นในการคำนวณ ด้วยแบบจำลอง Aquasea และจากข้อมูลความเค็มที่บริเวณปากแม่น้ำพบว่าในช่วงเดือนมีนาคม ปี 2542 เป็นช่วงที่มีค่าความเค็มสูงสุด ดังนั้นจึงเป็นช่วงที่ต้องให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง จาก ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ เป็นสาเหตุของการเกิดแรงที่ ทำให้เกิดน้ำขึ้นลง ในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาในช่วงที่น้ำขึ้นเต็มที่หน้าน้ำเกิด (spring tide) ใน รอบเดือนมีนาคม ปี2542 คือในช่วงวันเพ็ญ (ขึ้น 15 ค่ำ) หรือวันเดือนมืด (แรม 15 ค่ำ) โดย พิจารณาช่วงที่เกิดน้ำขึ้นสูงสุด ส่วนขอบเขตเปิดก็จะมีสองส่วนด้วยกันคือ ที่ปากแม่น้ำจะใส่เป็นค่า ฮาร์โมนิกและค่าความเค็มเริ่มต้น และบริเวณอำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยาจะใส่เป็น ค่าอัตราการระบายน้ำที่ท้ายเขื่อนเจ้าพระยา



ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบฮาร์โมนิกกับค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีป้อมพระ จุลจอมเกล้า ประจำเดือนมีนาคม 2542 (ค่าแอมพลิจูด = 0.712 เมตร, มุมเฟส = 1.125 , ค่าระดับน้ำเฉลี่ย = 0.663 เมตร)

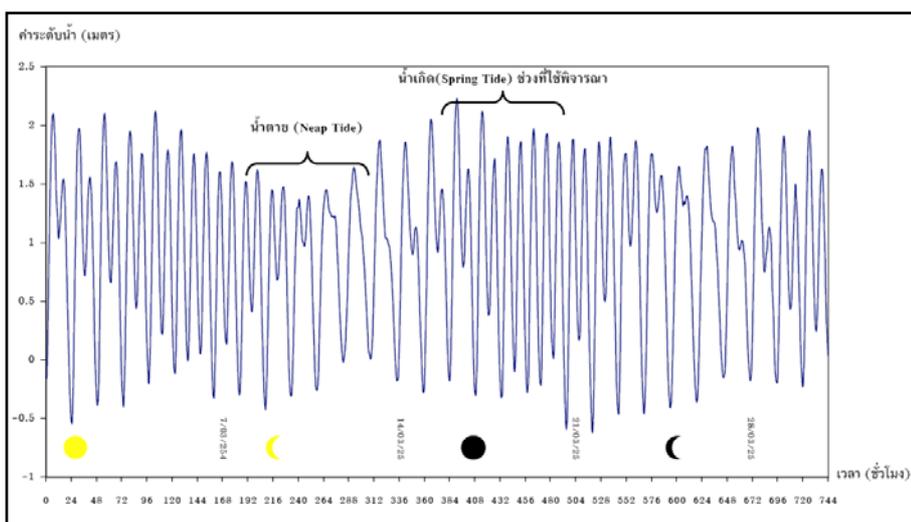
NUMBER OF COMPONENTS USED IN THE ANALYSIS , N = 4
 TOTAL NUMBER OF TIDE DATA , ND = 744
 DISPLACEMENT FROM REFERENCE DATUM TO MEAN LEVEL, A0 = .6634

J	PERIOD, T (J) HOURS	AMPLITUDE, A (J) (m)	PHASE, D (J) RADIANS
1	12.4206	0.7123	1.1250
2	12	0.3947	1.0334
3	23.9346	0.433	1.0630
4	25.8194	0.4045	1.0027

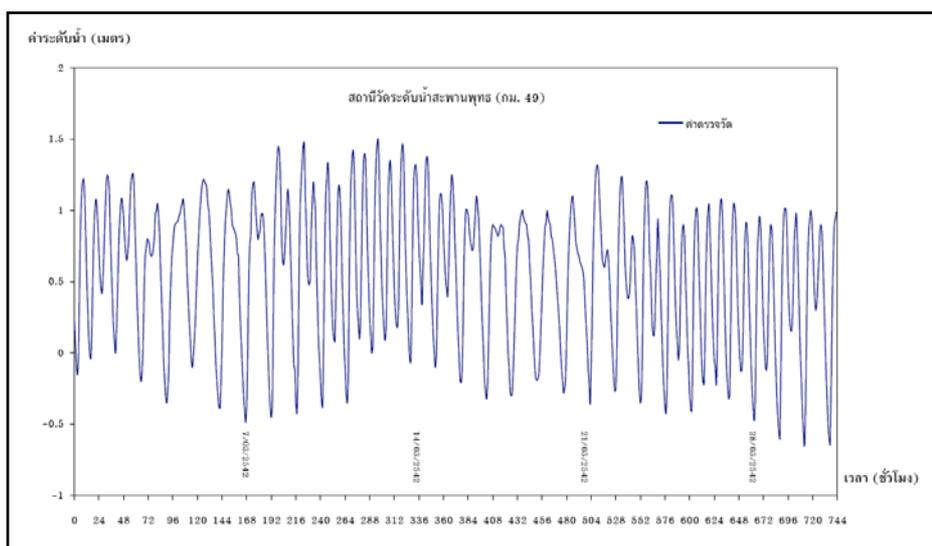
TIME	PREDICTED	OBSERVED	DEVIATION	
1	-0.0148	-0.16	0.1452	0.0211
2	0.4617	0.36	0.1017	0.0314
3	1.0108	0.91	0.1008	0.0416
4	1.5319	1.43	0.1019	0.052
5	1.9306	1.81	0.1206	0.0665
6	2.1401	2.04	0.1001	0.0765
7	2.1373	2.1	0.0373	0.0779
8	1.9466	1.98	-0.0334	0.079
9	1.6332	1.75	-0.1168	0.0927
10	1.2856	1.38	-0.0944	0.1016
11	0.9928	1.24	-0.2472	0.1627
12	0.8213	1.04	-0.2187	0.2105
13	0.7983	1.1	-0.3017	0.3015
14	0.9053	1.21	-0.3047	0.3944
15	1.0839	1.39	-0.3061	0.4881
16	1.2523	1.53	-0.2777	0.5652
17	1.3286	1.54	-0.2114	0.6099
18	1.2539	1.41	-0.1561	0.6343
19	1.0109	1.08	-0.0691	0.639
20	0.6305	0.71	-0.0795	0.6454
21	0.1869	0.32	-0.1331	0.6631
22	-0.2201	-0.02	-0.2001	0.7031
23	-0.4889	-0.31	-0.1789	0.7351
24	-0.543	-0.5	-0.043	0.737
25	-0.3509	-0.54	0.1891	0.7727
26	0.0642	-0.21	0.2742	0.848
27	0.6278	0.35	0.2778	0.9251
28	1.2307	0.95	0.2807	1.0039
29	1.7548	1.46	0.2948	1.0908
30	2.1009	1.82	0.2809	1.1697
31	2.2122	1.96	0.2522	1.2333
32	2.0871	1.97	0.1171	1.247
33	1.7786	1.77	0.0086	1.2471
34	1.3799	1.38	-0.0001	1.2471
35	0.9998	1.08	-0.0802	1.2535
36	0.7342	0.83	-0.0958	1.2627
37	0.6421	0.72	-0.0779	1.2688
38	0.7299	0.81	-0.0801	1.2752
39	0.9515	1.06	-0.1085	1.2869
40	1.2203	1.35	-0.1297	1.3038

ภาพที่ 18 ผลการคำนวณค่าองค์ประกอบฮาร์โมนิก

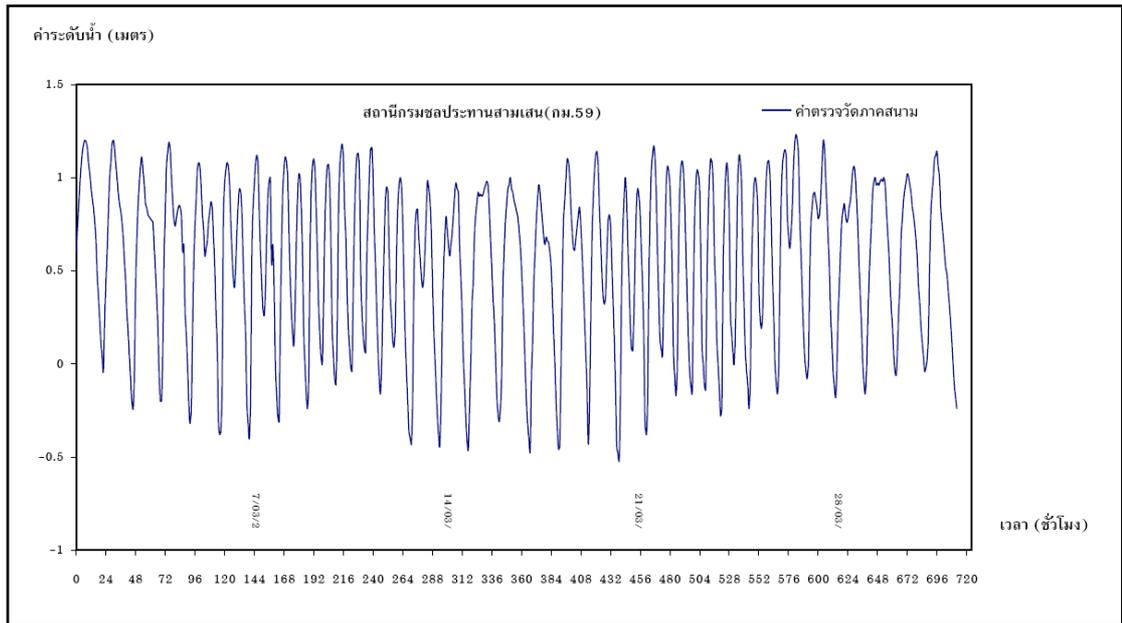
ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่ใช้เป็นสถานีเปรียบเทียบใช้ทั้งหมด 3 สถานี คือ สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า (กม.0) ช่วงน้ำตาย (Neap Tide) จะเกิดขึ้นในช่วงวันที่ 8-10 มีนาคม 2542 และ ช่วงน้ำเกิด (spring Tide) จะเกิดขึ้นในช่วงวันที่ 16-20 มีนาคม 2542 ดังในภาพที่ 19 ในภาพที่ 20 เป็นค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีสะพานพุทธ (กม.49) มีค่าระดับน้ำสูงสุด 1.50 เมตร ระดับน้ำต่ำสุด -0.65 เมตร ระดับน้ำเฉลี่ย 0.542 เมตร ในภาพที่ 21 เป็นค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีกรมชลประทานสามเสน(กม.0) มีค่าระดับน้ำสูงสุด 1.23 เมตร ระดับน้ำต่ำสุด -0.52 เมตร ระดับน้ำเฉลี่ย 0.543 เมตร



ภาพที่ 19 ระดับน้ำขึ้นลงที่สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า (กม.0) เดือนมีนาคม พ.ศ. 2542



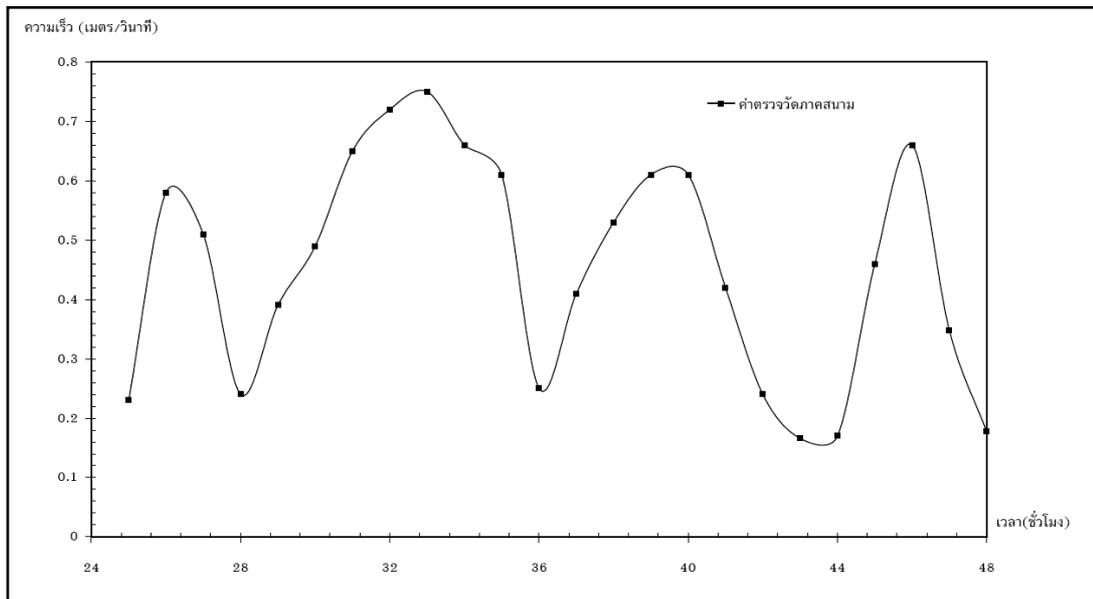
ภาพที่ 20 ระดับน้ำขึ้นลงที่สถานีสะพานพุทธ (กม.49) เดือนมีนาคม พ.ศ. 2542



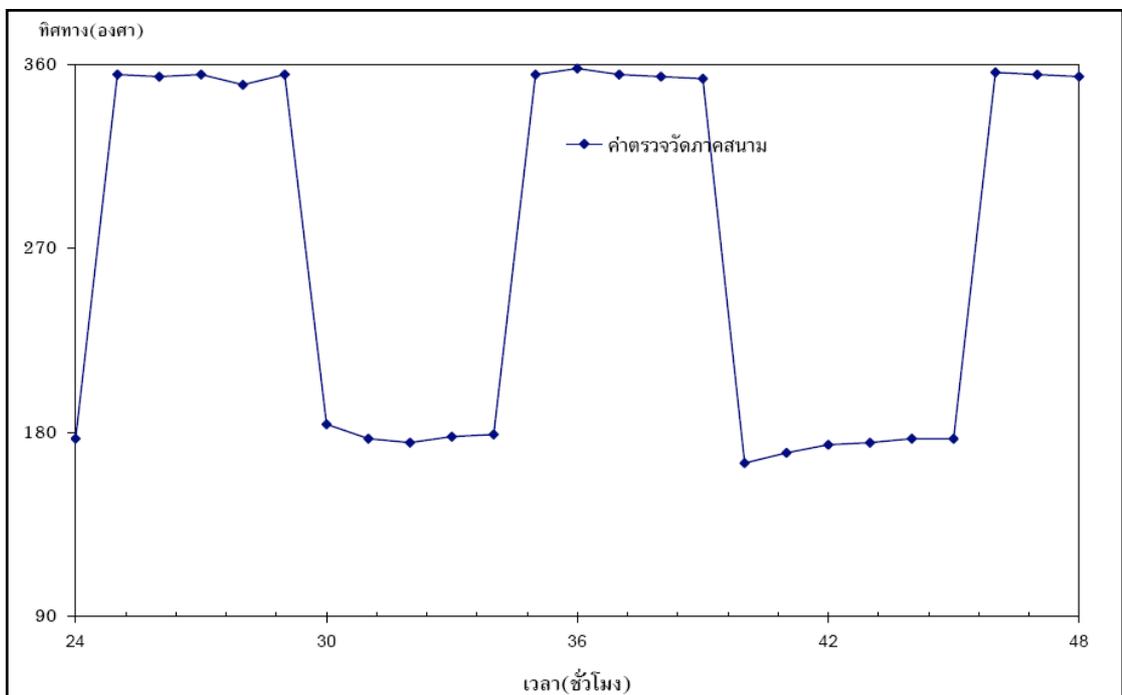
ภาพที่ 21 ระดับน้ำขึ้นลงที่สถานีกรมชลประทานสามเสน (กม.59) เดือนมีนาคม พ.ศ. 2542

2. การวิเคราะห์ข้อมูลกระแสน้ำ

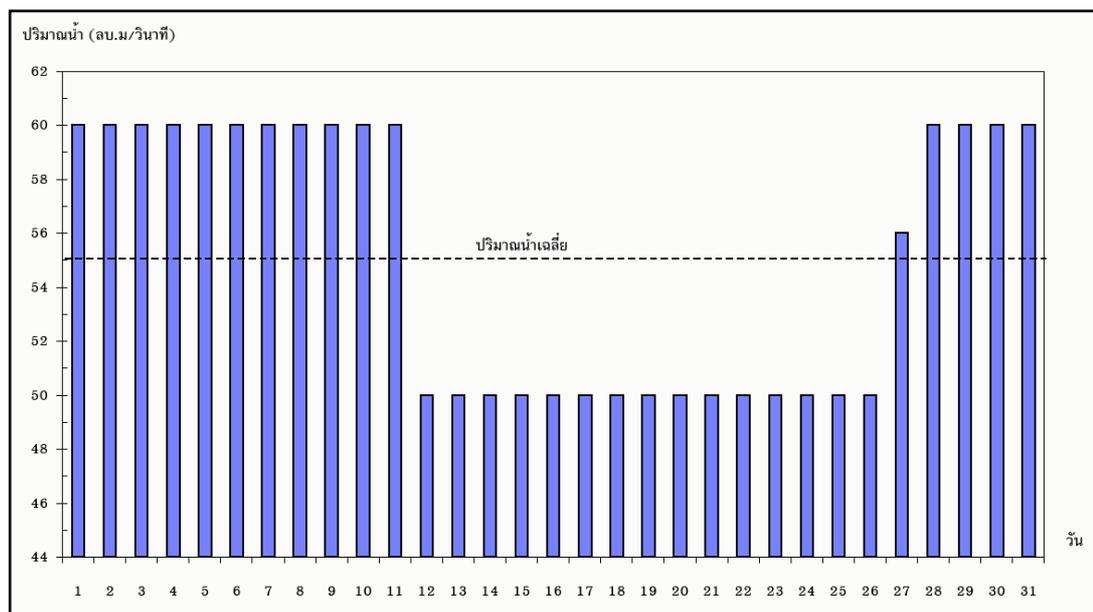
ข้อมูลกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลอง Aquasea จะนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วัดในภาคสนามที่สถานีพระประแดง (กม.18) ที่ตรวจวัดโดยกรมขนส่งทางน้ำและพานิชยนาวี ในช่วงกลางเดือนมีนาคม ปี 2542 ดังในภาพที่ 22 มีค่าความเร็วของกระแสน้ำสูงสุด 0.75 เมตร/วินาที ความเร็วของกระแสน้ำต่ำสุด 0.166 เมตร/วินาที ค่าความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำ 0.453 เมตร/วินาที ส่วนภาพที่ 23 เป็นทิศทางการไหลของกระแสน้ำที่สถานีพระประแดง(กม.18) และภาพที่ 24 เป็นอัตราการระบายน้ำที่ท้ายเขื่อนเจ้าพระยาประจำเดือนมีนาคม 2542 โดยมีอัตราการระบายน้ำเฉลี่ย 55 ลบ.ม/วินาที



ภาพที่ 22 ความเร็วของกระแสน้ำที่สถานีพระประแดง (กม.18) ช่วงกลางเดือนมีนาคม ปี 2542



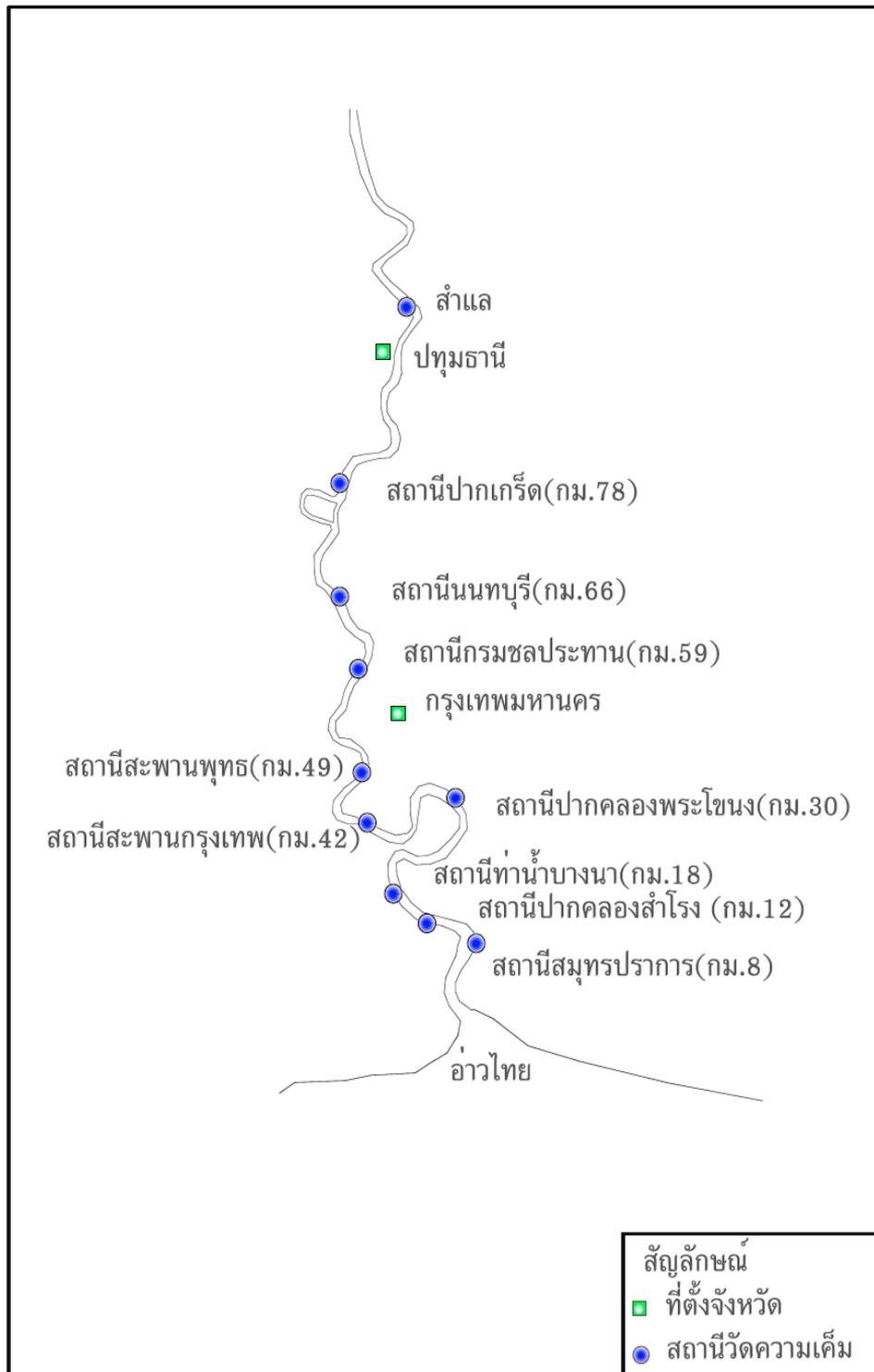
ภาพที่ 23 ทิศทางการไหลของกระแสน้ำที่สถานีพระประแดง (กม.18) ช่วงกลางเดือนมีนาคม ปี 2542



ภาพที่ 24 ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ระบายจากเขื่อนเจ้าพระยาประจำเดือนมีนาคม 2542

3. การวิเคราะห์ข้อมูลความเค็ม

จากข้อมูลการตรวจวัดค่าความเค็มในภาคสนามที่สถานีต่างๆ โดยกรมชลประทาน ในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่ปี 2539-2543 มีทั้งหมด 8 สถานีด้วยกัน ดังในภาพที่ 26 คือ สถานีสมุทรปราการ (กม.8) สถานีปากคลองสำโรง (กม.12) สถานีทำนบน้ำบางนา (กม.18) สถานีปากคลองพระโขนง (กม.30) สถานีสะพานกรุงเทพ (กม. 42) สถานีสะพานพุทธ (กม. 49) สถานีกรมชลประทานสามเสน (กม.59) สถานีจังหวัดนนทบุรี (กม.66) ค่าดังตารางที่ 2 ถึง ตารางที่ 5 จากข้อมูลข้างต้นพบว่าค่าความเค็มในช่วงปี พ.ศ.2542 มีค่าความเค็มสูงสุด ต่อจากนั้นจึงพิจารณาที่เดือนต่างๆจะพบว่าค่าความเค็มในเดือนมีนาคมเป็นช่วงเดือนที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษเนื่องจากว่ามีค่าความเค็มสูงสุด ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลความเค็มของเดือนมีนาคมพ.ศ. 2542 เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ ดังแสดงในภาพที่ 25



ภาพที่ 26 ที่ตั้งสถานีตรวจวัดความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา

ที่มา: กรมชลประทาน

ตารางที่ 2 ค่าความเค็มเฉลี่ยรายเดือนในช่วงฤดูแล้งของแม่น้ำเจ้าพระยาในปี พ.ศ. 2539

ความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของ แม่น้ำเจ้าพระยา ปี พ.ศ. 2539 (ppt.)							
จุดตรวจวัด		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
สมุทรปราการ	กม.8	17.11	24.37	20.23	11.68	8.57	4.24
ปากคลองสำโรง	กม.12	6.42	16.69	12.96	4.50	1.45	0.39
ทำนบบางนา	กม.18	3.87	13.18	9.30	3.17	0.97	0.25
ปากคลองพระโขนง	กม.30	0.73	4.20	3.39	0.55	0.12	0.07
สะพานกรุงเทพ	กม.42	0.15	2.53	0.68	0.09	0.07	0.07
สะพานพุทธ	กม.49	0.12	0.90	0.27	0.07	0.06	0.05
กรมชลประทาน	กม.58	0.11	0.23	0.13	0.07	0.05	0.05
นนทบุรี	กม.65	0.09	0.14	0.09	0.06	0.05	0.04
ปากเกร็ด	กม.78	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3 ค่าความเค็มเฉลี่ยรายเดือนในช่วงฤดูแล้งของแม่น้ำเจ้าพระยาในปี พ.ศ. 2540

ความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของ แม่น้ำเจ้าพระยา ปี พ.ศ. 2540 (ppt)							
จุดตรวจวัด		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
สมุทรปราการ	กม.8	8.56	15.98	15.50	13.72	15.21	-
ปากคลองสำโรง	กม.12	4.81	12.53	11.55	8.89	10.40	-
ทำนบบางนา	กม.18	3.12	8.36	9.45	6.49	8.22	-
ปากคลองพระโขนง	กม.30	0.26	3.53	2.86	1.55	1.95	-
สะพานกรุงเทพ	กม.42	0.10	0.42	0.58	0.36	0.55	-
สะพานพุทธ	กม.49	0.09	0.20	0.21	0.14	0.15	-
กรมชลประทาน	กม.58	0.06	0.14	0.15	0.10	0.11	-
นนทบุรี	กม.65	0.05	0.11	0.11	0.08	0.09	-
ปากเกร็ด	กม.78	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4 ค่าความเค็มเฉลี่ยรายเดือนในช่วงฤดูแล้งของแม่น้ำเจ้าพระยาในปี พ.ศ. 2541

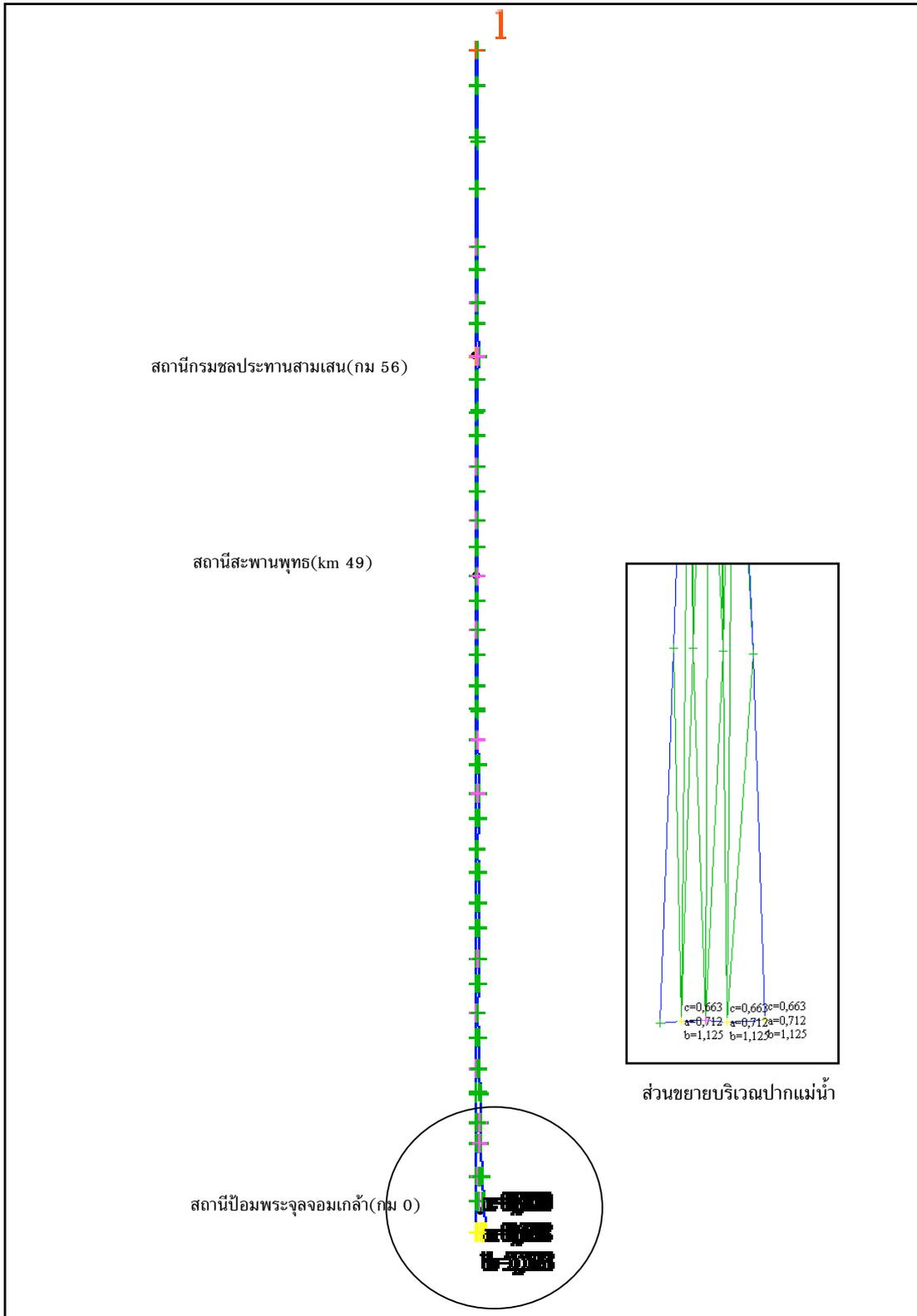
ความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของ แม่น้ำเจ้าพระยา ปี พ.ศ. 2541 (ppt)							
จุดตรวจวัด		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
สมุทรปราการ	กม.8	21.47	23.87	25.82	21.20	20.55	11.70
ปากคลองสำโรง	กม.12	10.02	15.83	16.36	16.70	15.51	7.75
ทำนบบางนา	กม.18	7.56	12.57	13.02	13.95	11.72	5.31
ปากคลองพระโขนง	กม.30	4.80	10.60	9.98	8.14	7.25	1.53
สะพานกรุงเทพ	กม.42	2.26	4.47	4.30	3.06	2.64	0.24
สะพานพุทธ	กม.49	1.53	3.01	2.61	1.32	0.61	0.20
กรมชลประทาน	กม.58	0.81	1.85	1.09	0.57	0.19	0.15
นนทบุรี	กม.65	0.47	0.80	0.43	0.17	0.10	0.10
ปากเกร็ด	กม.78	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 5 ค่าความเค็มเฉลี่ยรายเดือนในช่วงฤดูแล้งของแม่น้ำเจ้าพระยาในปี พ.ศ. 2542

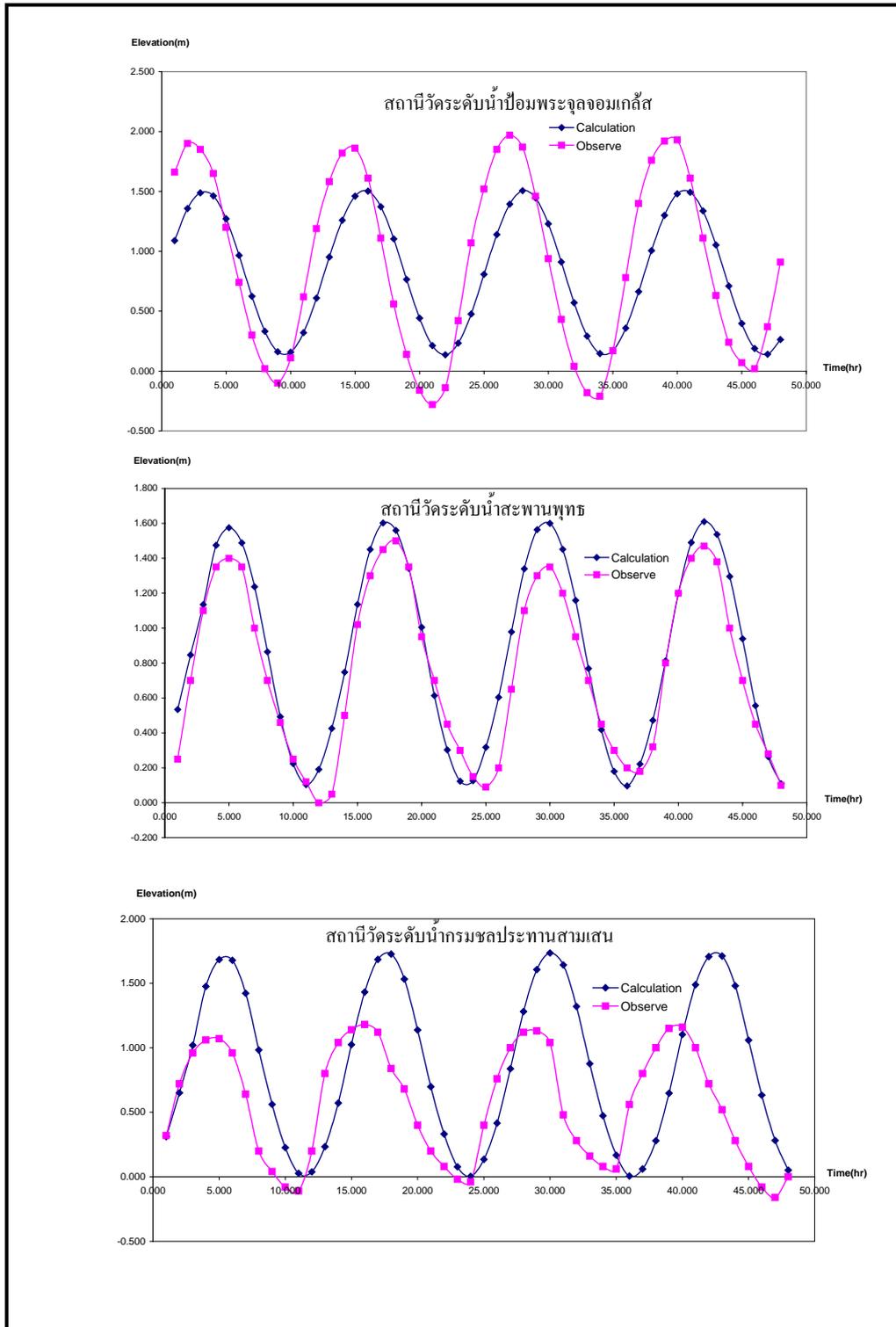
ความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของ แม่น้ำเจ้าพระยา ปี พ.ศ. 2542 (ppt)							
จุดตรวจวัด		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
สมุทรปราการ	กม.8	21.85	22.27	27.86	14.99	3.94	2.63
ปากคลองสำโรง	กม.12	17.12	17.55	25.28	11.73	2.00	1.20
ทำนบบางนา	กม.18	12.34	11.68	18.63	7.94	1.24	0.80
ปากคลองพระโขนง	กม.30	8.51	9.54	9.90	5.13	0.29	0.16
สะพานกรุงเทพ	กม.42	5.69	5.74	5.29	2.76	0.21	0.12
สะพานพุทธ	กม.49	3.63	4.29	4.07	1.68	0.17	0.08
กรมชลประทาน	กม.58	1.65	1.98	2.22	0.84	0.14	0.07
นนทบุรี	กม.65	0.26	0.20	1.14	0.48	0.11	0.05
ปากเกร็ด	กม.78	-	-	-	-	-	-

4. การทดสอบแบบจำลอง

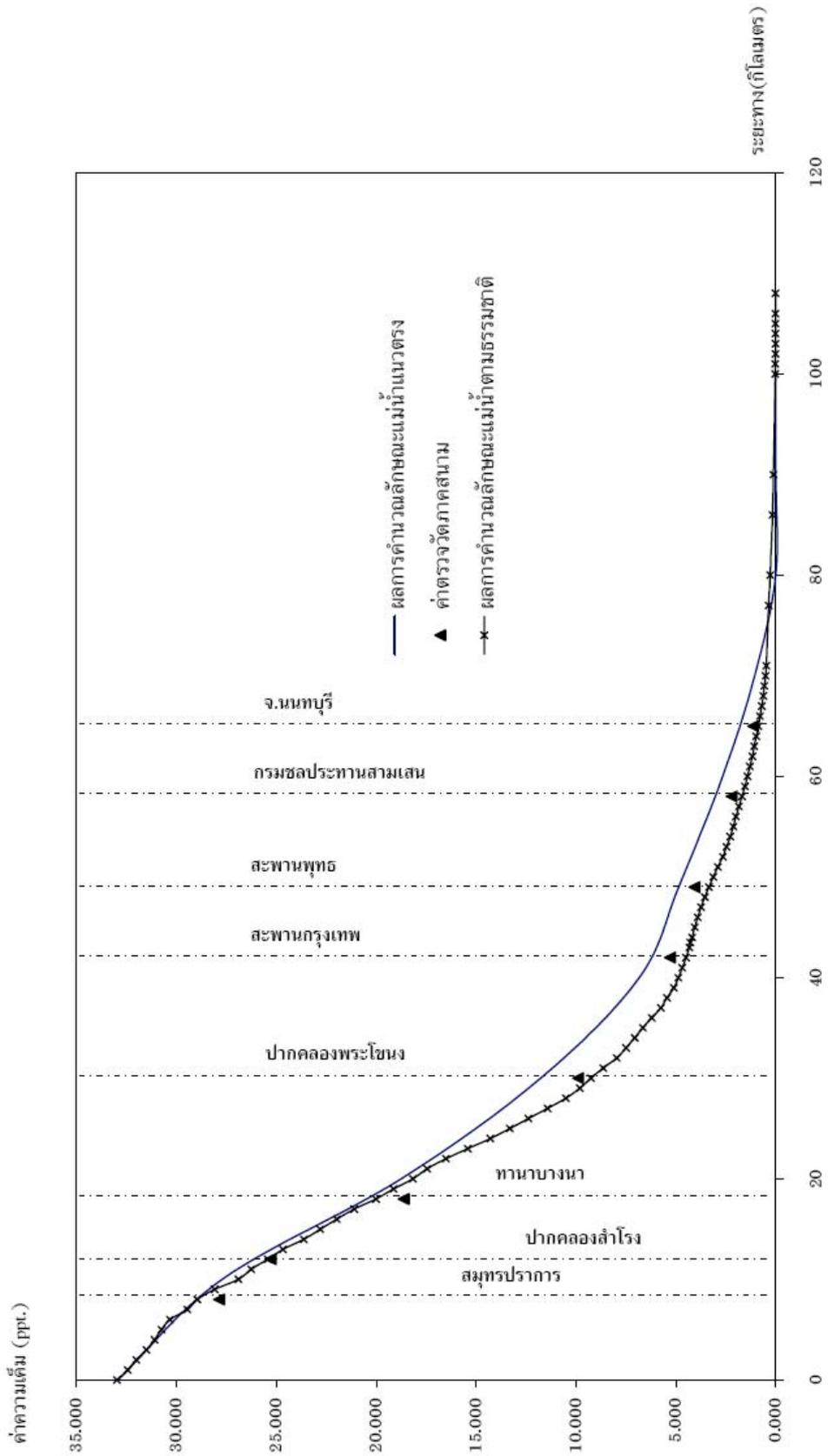
เพื่อให้การศึกษาแบบจำลองการแพร่กระจายความเค็มมีความเชื่อมั่นในแบบจำลองดังกล่าว ได้จำลองแม่น้ำเจ้าพระยาในลักษณะตรง โดยใช้เงื่อนไขและค่าเริ่มต้นต่างๆ เป็นไปตามตารางที่ 6 โดยเริ่มจากการปรับเทียบค่าระดับน้ำขึ้นลงที่สถานีต่าง ๆ 3 สถานี คือ สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า (กม.0) สถานีสะพานพุทธ (กม.49) สถานีกรมชลประทานสามเสน (กม.56) ดังในภาพที่ 27 ผลการคำนวณระดับน้ำรายชั่วโมงจากแบบจำลองเทียบกับค่าวัดจริงในสนาม ดังแสดงในภาพที่ 28 พบว่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่วัดจริง ลักษณะการขึ้นลงของระดับน้ำมีการสอดคล้องกัน ในส่วนของการศึกษา การจำลองแพร่กระจายความเค็มนั้นได้ใช้ความเค็มของเดือนมีนาคมปี 2542 และสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเค็ม โดยสมการของ Iwasa and Aya ($D_L = 2500$ ตร.ม/วินาที) อัตราการสลายตัว 0.5 ต่อวัน ผลการคำนวณดังในภาพที่ 29 พบว่าการจำลองลักษณะแม่น้ำเจ้าพระยาในลักษณะแนวตรงได้ค่าความเค็มที่สูงกว่าค่าความเค็มที่วัดในภาคสนามและค่าความเค็มที่ได้จากแบบจำลองที่ลักษณะแม่น้ำเป็นไปตามธรรมชาติ



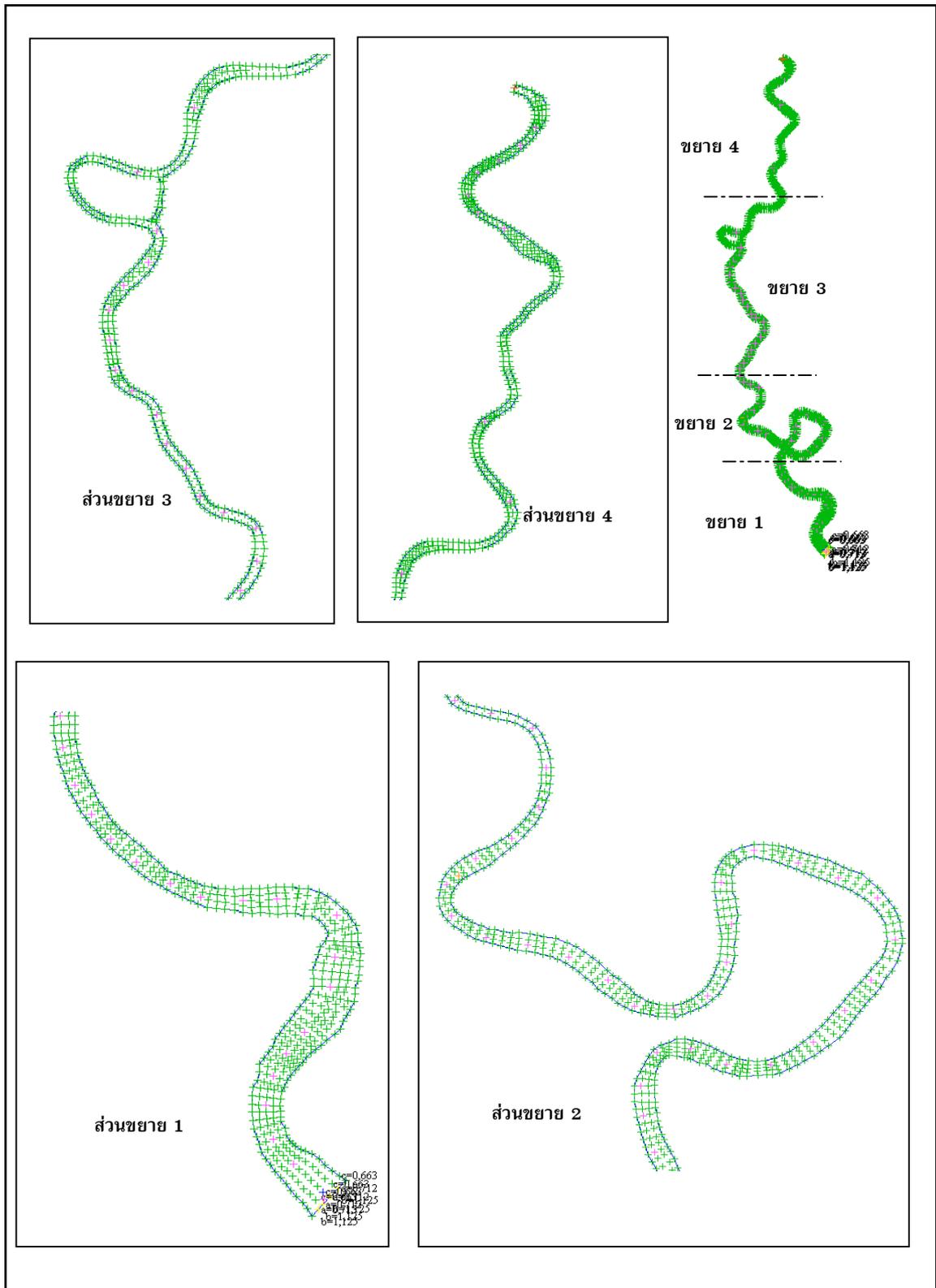
ภาพที่ 27 การจำลองแม่น้ำเจ้าพระยาในลักษณะตรง



ภาพที่ 28 ค่าระดับน้ำรายชั่วโมงเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำรายชั่วโมงในภาคสนาม



ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค็มกับระยะทางเปรียบเทียบกับค่าความเค็มภาคสนาม ประจำเดือน มีนาคม 2542



ภาพที่ 30 Node และ Element

5. การประยุกต์ใช้แบบจำลองในพื้นที่ศึกษา

ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Aquasea นั้น ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีไฟไนท์เอลเมนต์ในการแก้ปัญหา สิ่งที่เป็นคือการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น Node และ Element และทำการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตและเงื่อนไขเริ่มต้นรวมทั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง ดังในภาพที่ 30 มีรายละเอียดในการศึกษาดังนี้ การแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น Node และ Element โดยมีขนาดของกริดในแนวแกนนอน(Δx)และในแนวแกนตั้ง(Δy) ประมาณ 200 เมตร

6. เงื่อนไขขอบเขต

สำหรับเงื่อนไขขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้ ได้กำหนดเงื่อนไขขอบเขตเป็นแบบเปิด โดยใช้ค่าระดับน้ำของสถานีวัดระดับน้ำที่สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า(กม.0) โดยคำนวณค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่วัดจริงของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ โดยคำนวณค่าฮาร์โมนิก มาเป็นค่าเริ่มต้นในการคำนวณ นอกจากนี้เงื่อนไขขอบเขตเปิดบริเวณอำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นค่าอัตราการระบายน้ำในเดือนมีนาคม 2542 ของกรมชลประทาน ส่วนการศึกษาแบบจำลองความเค็มนั้น เงื่อนไขขอบเขตเป็นลักษณะเดียวกันคือ ขอบเขตเปิดที่สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า(กม.0) เป็นค่าเริ่มต้นในการคำนวณใช้ค่าความเค็มเท่ากับ 33 ppt และขอบเขตเปิดที่บริเวณอำเภอบางไทร(กม.110) พร้อมกับนำค่าอัตราการไหลมาใช้

7. พารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ

ข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นอกจากการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น Node เอลเมนต์ (Element) และเงื่อนไขขอบเขตดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พารามิเตอร์สำหรับสมการของการไหลสองมิติ และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเค็ม ดังแสดงตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ

รายการ	หน่วย	สัญลักษณ์	ค่าคงที่
Time Step	วินาที	Δt	4
ขนาดกริด (grid size)	เมตร	Δl	200
อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก	m/s^2	g	9.81
Latitude	deg	ψ	13.5
ความเค็มของน้ำ	ppt.	-	33
Chezy bottom friction coefficient	$m^{1/2}/s$	C	45 - 72
สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเค็มตามแนวยาว	m^2/s	D_L	950-4200
สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเค็มตามแนวขวาง	m^2/s	D_T	500 - 2500
อัตราการสลายตัวของสารในน้ำ	วัน ⁻¹	K	0 - 1
Mixing depth	เมตร	-	เปลี่ยนตามความลึก
Harmonic Aamplitude แม่น้ำเจ้าพระยา ปี 2542	เมตร	a	0.712
Harmonic Phase Lag แม่น้ำเจ้าพระยา ปี 2542	เรเดียน	b	1.125
ค่าระดับน้ำเฉลี่ย	เมตร	c	0.663

8. ขั้นตอนการคำนวณ

การคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ก่อนการจำลองจะต้องเตรียมแบบจำลองจากแผนที่แม่น้ำเจ้าพระยา มาตราส่วน 1:4000 สํารวจโดยกรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี ทั้งหมด 64 ระวัง โดยมีขั้นตอนของการคำนวณแบบจำลอง โดยสรุปดังต่อไปนี้ คือ

1. กำหนดระดับความลึกของท้องน้ำเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังในภาพที่ 31
2. เงื่อนไขขอบเขตที่ขอบเขตเปิดปากแม่น้ำ โดยใช้ข้อมูลค่าแอมพลิจูดและมุมเฟสจากการคำนวณระดับน้ำรายชั่วโมงที่วัดจริงสถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า ของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ และเงื่อนไขเปิดด้านบนเป็นอัตราการไหลบริเวณอำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
3. กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของ Chezy Coefficient มีค่าระหว่าง 45-72 $m^{1/2}/s$ ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นผิวท้องน้ำเป็นหลัก ได้ประเมินจากสูตร

$$C = \frac{D^{1/6}}{n} \quad (\text{m}^{1/2}/\text{s}) \quad (28)$$

โดยที่ C = Chezy Coefficient
 n = ค่าพารามิเตอร์ Manning
 D = ระดับความลึกท้องน้ำสูงสุด (เทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง, เมตร)

จากการศึกษากระดับน้ำในรอบปีของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงด้วยแบบจำลอง ISIS ของ อารยัน(2547) พบว่าสัมประสิทธิ์ของ Manning ที่ใช้ได้ดีในแม่น้ำเจ้าพระยาได้แบ่งเป็นช่วง ตามลักษณะสภาพของท้องน้ำและสภาพธรรมชาติของลำน้ำเป็นดังนี้

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่า Manning Roughness Coefficient กับค่า Chezy Coefficient ในแต่ละช่วงของแม่น้ำเจ้าพระยา

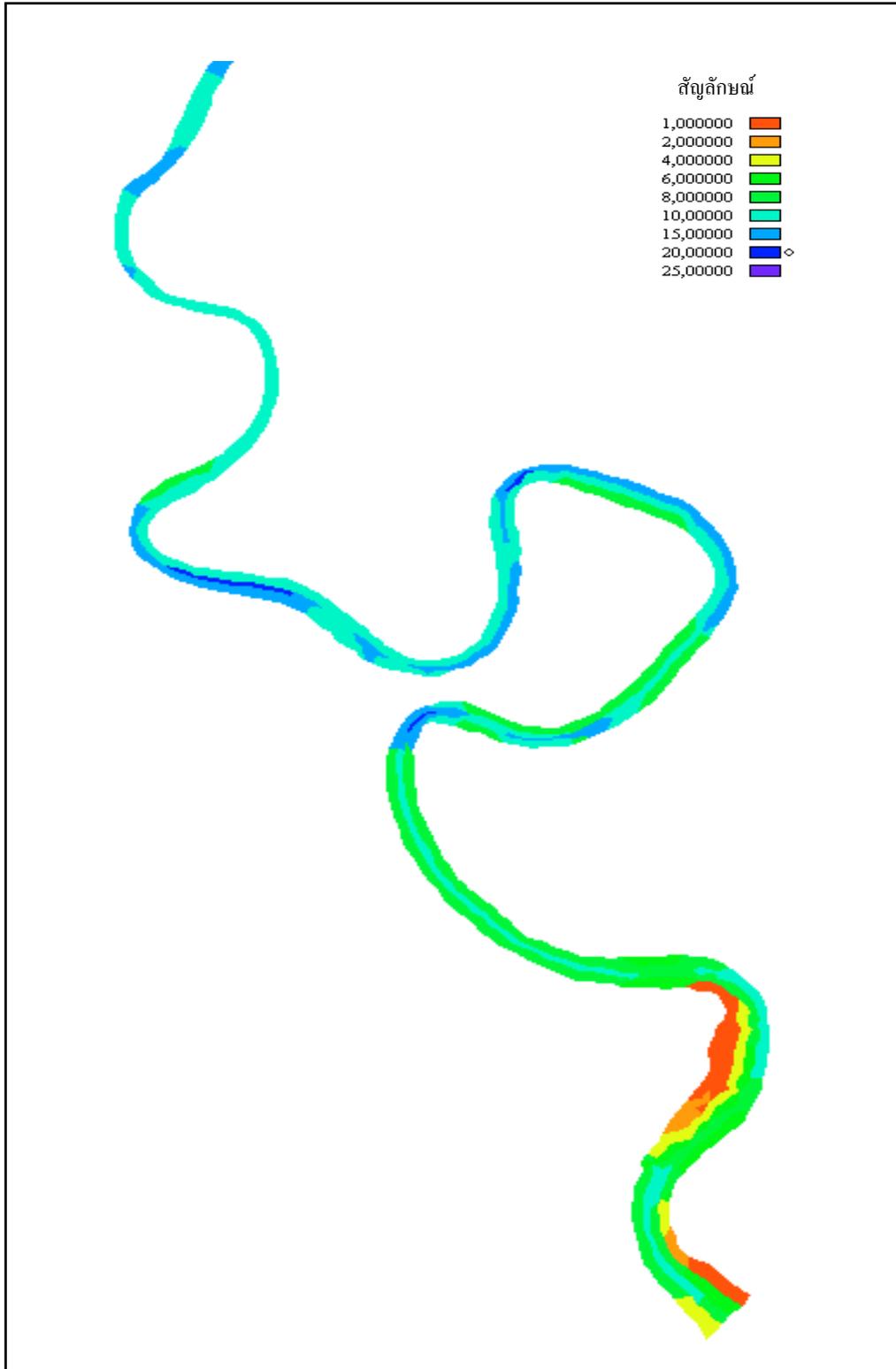
	บางไทร – กรมชลประทาน ปากเกร็ด	กรมชลประทาน ปากเกร็ด – สะพานพุทธ	สะพานพุทธ – ป้อมพระจุล
Manning Roughness Coefficient	0.023	0.035	0.026
Chezy Coefficient	72	45	56

4. กำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นของช่วงเวลาที่ต้องการหาผลคำนวณค่า (Time Step) ที่เหมาะสมได้ประเมินจากสูตรของ Courant–Friedrich Lewcy คือ

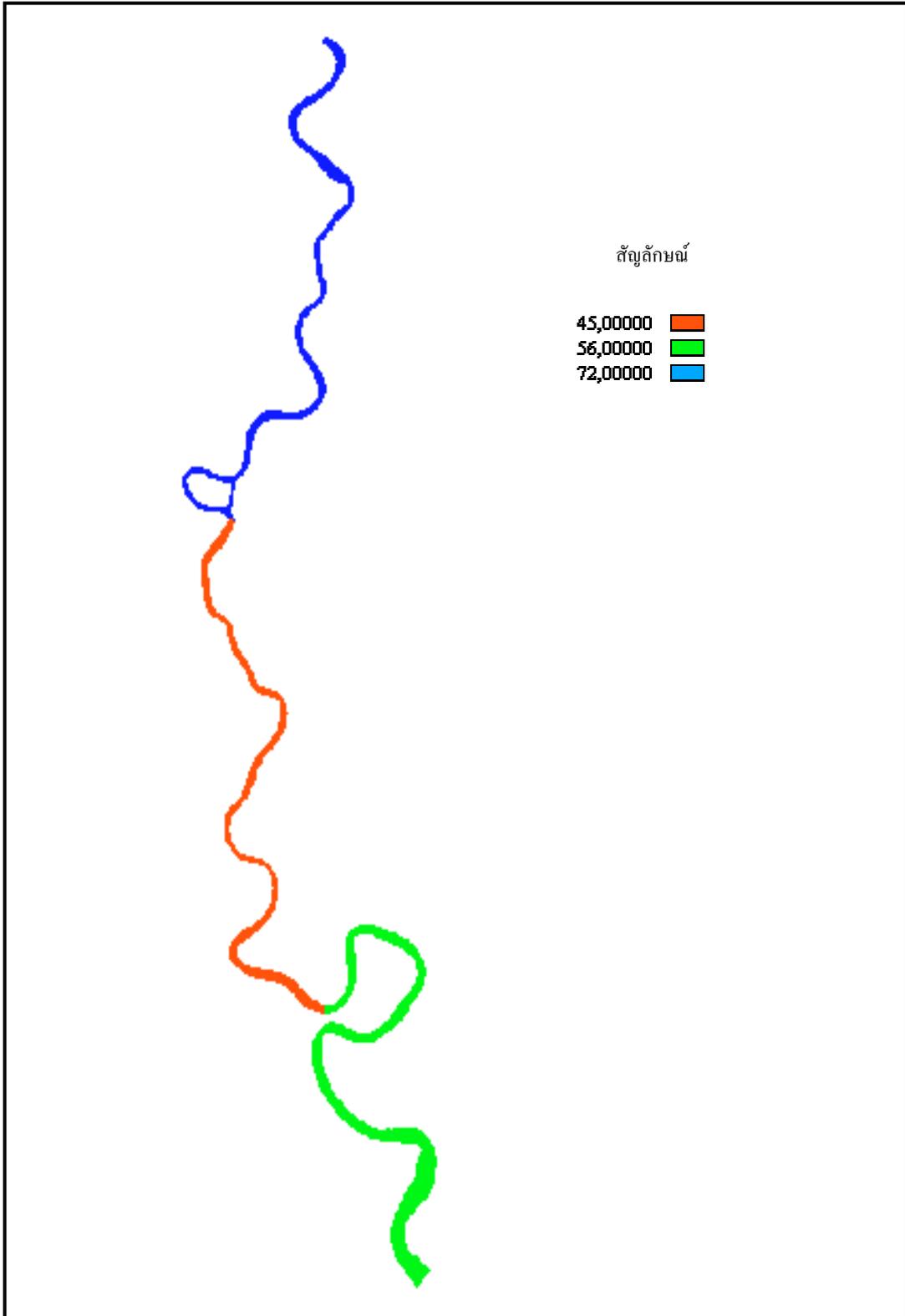
$$\Delta t \leq \frac{0.5\Delta s}{(2gH_{max})^{1/2}} \quad (\text{Second}) \quad (29)$$

โดยที่ Δt = ขนาด grid (เมตร)
 H_{max} = ระดับความลึกท้องน้ำสูงสุด (เทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง, เมตร)

5. เงื่อนไขขอบเขตสำหรับแบบจำลองการแพร่ความเค็ม โดยใช้ค่าความเค็มเริ่มต้นเท่ากับ 33 ppt เป็นค่าความเค็มทั่วไปในทะเล



ภาพที่ 31 ระดับความลึกในแม่น้ำเจ้าพระยา



ภาพที่ 32 ค่าสัมประสิทธิ์ของ Chezy Coefficient

6. พิจารณาค่าอัตราการสลายตัวของสารในน้ำ ที่เหมาะสม จากการศึกษาแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณการแพร่กระจายความเค็มในทะเลสาบสงขลา (กรรณิการ์, 2547) พบว่าอัตราการสลายตัวของสารในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ต่อวัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะได้หาค่าที่เหมาะสมโดยนำผลค่าความเค็มเทียบกับค่าที่วัดจริงในสนาม

7. ค่าสัมประสิทธิ์ของการแพร่ความเค็มตามแนวยาวโดยสมการต่าง ๆ โดยกล่าวมาแล้วในข้างต้นมาเป็นค่าเริ่มต้นในการคำนวณค่าความเค็ม ดังแสดงในตารางที่ 13 ส่วนในแนวตามขวางจะทำการศึกษาค่าที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบค่าความเค็มที่คำนวณได้ในกรณีต่าง ๆ นำมาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จริงในสนาม

8. หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของกระแสน้ำกับค่าความเค็มและระยะทาง

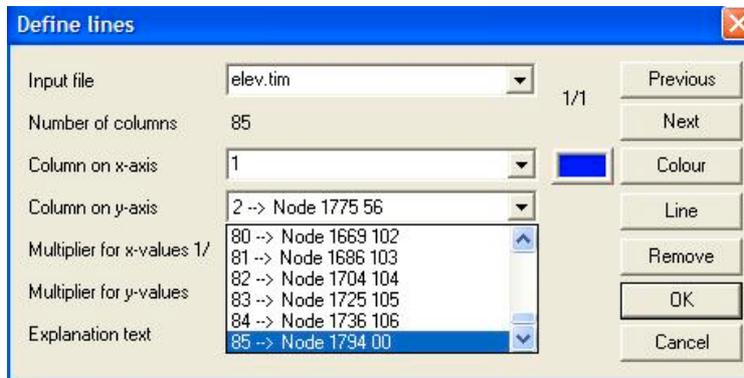
9. นำผลการคำนวณข้างต้น มาสรุปผล

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเค็มตามแนวยาว

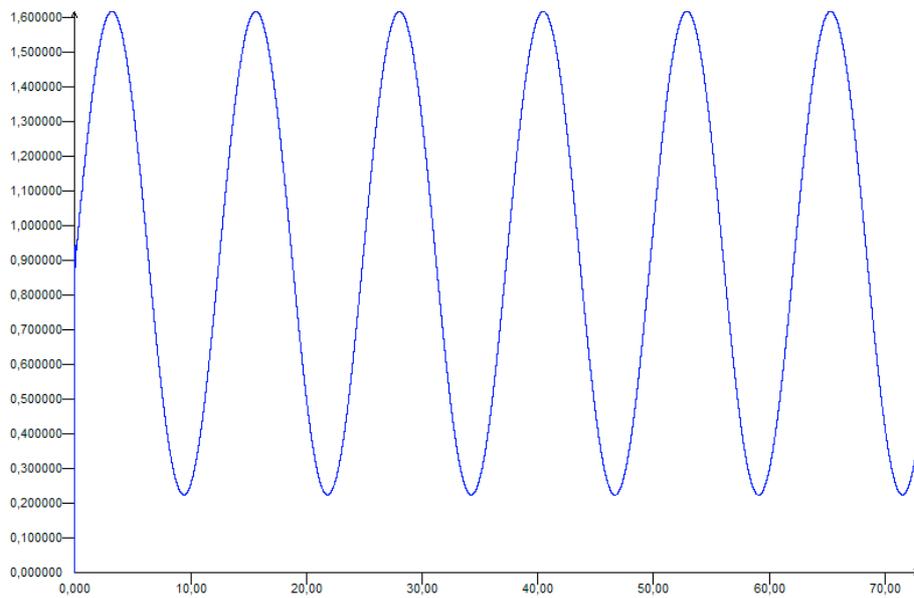
สมการ	พารามิเตอร์					
	V (m/s)	W(m)	u_* (m/s)	f	\bar{d}	D_L (m^2/s)
Fischer <i>et al.</i> (1979) $\frac{D_L}{\bar{d}u} = 0.011 \left(\frac{W}{\bar{d}} \right)^2 \left(\frac{V}{u_*} \right)^2$	0.473	505.48	0.0270	0.026	5.545	4200
Liu (1977) $\frac{D_L}{\bar{d}u} = 0.18 \left(\frac{W}{\bar{d}} \right)^2 \left(\frac{V}{u_*} \right)^{0.5}$	0.473	505.48	0.0270	0.026	5.545	950
Iwasa and Aya (1991) $\frac{D_L}{\bar{d}u} = 2.0 \left(\frac{W}{\bar{d}} \right)^2$	0.473	505.48	0.0270	0.026	5.545	2500
Seo and Cheong (1998) $\frac{D_L}{\bar{d}u} = 0.64 \left(\frac{W}{\bar{d}} \right)^{1.23} \left(\frac{V}{u_*} \right)^{1.25}$	0.473	505.48	0.0270	0.026	5.545	900

ภาพที่ 33 การป้อนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับแบบจำลองการไหล

ภาพที่ 34 การป้อนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับแบบจำลองการเคลื่อนที่



ภาพที่ 35 การเลือกดูผลการคำนวณที่สถานีสนใจ



ภาพที่ 36 ตัวอย่างการแสดงผลค่าระดับน้ำขึ้นลงที่สถานีที่สนใจ